

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-321700

(43) 公開日 平成8年(1996)12月3日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 5 K 13/08
// G 0 6 T 7/00

識別記号

庁内整理番号

8509-4E

F I

H 0 5 K 13/08
G 0 6 F 15/62

技術表示箇所

U

4 0 5 B

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平7-148390

(22) 出願日 平成7年(1995)5月24日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 藤井 良樹

京都府京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地

株式会社オムロンライフサイエンス研究
所内

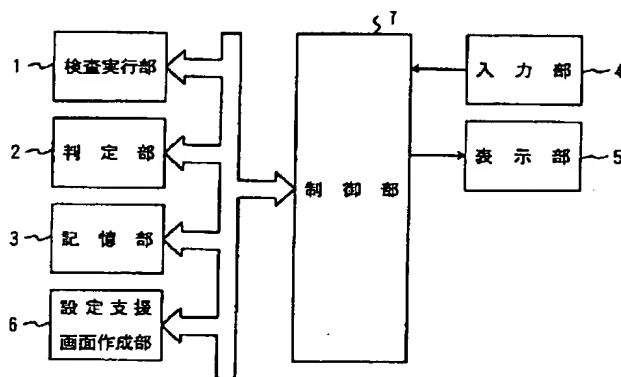
(74) 代理人 弁理士 青木 輝夫

(54) 【発明の名称】 検査基準データ設定支援装置および方法

(57) 【要約】

【目的】 検査基準データの設定作業を容易に行うことができる検査基準データ設定支援装置および検査基準データ設定支援方法を提供すること。

【構成】 設定支援画面作成部6によって、記憶部3に記憶されている各検査項目の良否判定のしきい値として用いられる検査基準データと、検査実行部1で算出された基板に実装された部品の各検査項目ごとの検査データとを検査項目ごとに対応させて表示するとともに、判定部2によって前記検査データを検査基準データと比較することにより得られた各検査項目の良否判定結果を表示した、検査基準データ設定支援画面を作成し、この検査基準データ設定支援画面を表示部5のモニタ画面に表示し、入力部4のキーボードあるいはマウスを操作することによって表示された検査基準データ設定支援画面において前記検査基準データを修正できる構成。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に実装された部品の検査データを各検査項目ごとに算出し、この検査データをしきい値と比較することによって各検査項目ごとに良否を判定し、この良否判定結果から前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査装置における前記各検査項目の良否判定のしきい値として用いられる検査基準データの設定を支援する検査基準データ設定支援装置であって、前記検査データと前記検査基準データとを各検査項目ごとに対応させて表示する表示手段を具備することを特徴とする検査基準データ設定支援装置。

【請求項 2】 前記表示手段は、前記検査データと前記検査基準データとを各検査項目ごとに対応させて表示するとともに、各検査項目の良否判定結果を表示するものであることを特徴とする請求項 1 記載の検査基準データ設定支援装置。

【請求項 3】 前記表示手段は、前記検査データと前記検査基準データとを各検査項目ごとに対応させてグラフ表示するものであることを特徴とする請求項 1 記載の検査基準データ設定支援装置。

【請求項 4】 前記検査基準データを記憶する記憶手段と、前記記憶手段に記憶されている検査基準データを修正する修正手段とを具備することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 記載の検査基準データ設定支援装置。

【請求項 5】 基板に実装された部品の撮像画像に画像処理を施し、この処理画像に基づいて、前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査装置における前記画像処理のしきい値として用いられる検査基準データの設定を支援する検査基準データ設定支援装置であって、前記撮像画像および検査基準データを記憶する記憶手段と、前記記憶手段の検査基準データをしきい値として用いた画像処理を前記記憶手段の撮像画像に施す画像処理手段と、前記記憶手段の撮像画像、検査基準データ、および前記画像処理手段による処理画像を表示する表示手段と、前記記憶手段の検査基準データを修正する修正手段とを具備することを特徴とする検査基準データ設定支援装置。

【請求項 6】 基板に実装された部品の検査データを各検査項目ごとに算出し、この検査データをしきい値と比較することによって各検査項目ごとに良否を判定し、この良否判定結果から前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査方法における前記各検査項目の良否判定のしきい値として用いられる検査基準データの設定を支援する検査基準データ設定支援方法であって、表示手段によって前記検査データと前記検査基準データとを各検査項目ごとに対応させて表示する表示手段を実施することを特徴とする検査基準データ設定支援方法。

【請求項 7】 前記表示手段は、表示手段によって前記検査データと前記検査基準データとを各検査項目ごとに対応させて表示するとともに、各検査項目の良否判定結果を表示するものであることを特徴とする請求項 5 記載の検査基準データ設定支援方法。

【請求項 8】 前記表示手段は、表示手段によって前記検査データと前記検査基準データとを各検査項目ごとに対応させてグラフ表示するものであることを特徴とする請求項 5 記載の検査基準データ設定支援方法。

【請求項 9】 前記検査基準データを記憶手段に記憶する記憶手段と、前記表示手段と、

修正手段によって前記記憶手段に記憶されている検査基準データを修正する修正手段とを実施するを特徴とする請求項 5 ないし請求項 7 記載の検査基準データ設定支援方法。

【請求項 10】 基板に実装された部品の撮像画像に画像処理を施し、この処理画像に基づいて、前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査方法における前記画像処理のしきい値として用いられる検査基準データの設定を支援する検査基準データ設定支援方法であって、記憶手段によって前記撮像画像および検査基準データを記憶する記憶手段と、

画像処理手段によって前記記憶手段の検査基準データをしきい値として用いた画像処理を前記記憶手段の撮像画像に施す画像処理手段と、

表示手段によって前記記憶手段の撮像画像、検査基準データ、および前記画像処理手段による処理画像を表示する表示手段と、

修正手段によって前記記憶手段の検査基準データを修正する修正手段とを実施することを特徴とする検査基準データ設定支援方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、基板に実装された部品の各検査項目ごとの検査データから各検査項目の良否を判定し、この良否判定結果に基づいて前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査装置、あるいは前記部品の撮像画像に画像処理を施し、この処理画像に基づいて前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査装置において、各検査項目の良否判定のしきい値、あるいは画像処理のしきい値として用いられる検査基準データの設定を支援する検査基準データ設定支援装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 予め複数の検査項目を設定しておき、部品実装基板に光を照射し、この反射光を受光して得た受光データ等に基づいて、各検査項目の検査データを算出し、この検査データを各検査項目ごとのしきい値とそれぞれ比較することによって、各検査項目の良否を判定

し、この良否判定結果に基づいて部品実装基板の良否を判定するタイプの基板検査装置や、光を照射した部品実装基板を撮像することによって得られた部品実装基板の撮像画像に、二値化処理等の画像処理を施し、この処理画像に基づいて部品実装基板の良否を判定するタイプの基板検査装置においては、検査の実施に先立って、上記の各検査項目ごとの良否を判定する際に用いるしきい値や、画像処理を施す際に用いる二値化しきい値等のしきい値（以下、単に検査基準データと称する）を、最適値に設定しておく必要がある。

【0003】上記の検査基準データの設定は、新規に基板検査装置を導入する際や、部品実装工程において実装プロセスの変更があった際には、必ず必要となる。

【0004】従来検査基準データの設定作業は次のようにして行われていた。

【0005】検査基準データの初期値を設定し、この検査基準データを用いて、良品と判定されるべきサンプル基板、および不良品と判定されるべきのサンプル基板を基板検査装置によって検査する。

【0006】ユーザーは基板検査装置の表示部に表示された各サンプル基板の良否判定結果を見て、この判定結果が正しくなければ、検査基準データの該当箇所を修正し、修正した検査基準データを用いて検査を再び行い、基板検査装置による良否判定結果が正しくなるまで、上記の検査基準データの修正を繰り返すというものであった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の検査基準データ設定作業においては、基板検査装置によるサンプル基板の判定結果が正しくない場合は、検査基準データのどの設定値をどの程度修正すればよいのかは、ユーザがその経験により判断しなければならないため、思うように検査基準データの設定を行うことができず、設定完了までかなりの時間を要するという問題点があった。

【0008】本発明はこのような問題点を解決するものであり、検査基準データの設定作業を容易に行うことができる検査基準データ設定支援装置および検査基準データ設定支援方法を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の請求項1記載の検査基準データ設定支援装置は、基板に実装された部品の検査データを各検査項目ごとに算出し、この検査データをしきい値と比較することによって各検査項目ごとに良否を判定し、この良否判定結果から前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査装置における前記各検査項目の良否判定のしきい値として用いられる検査基準データの設定を支援するものであって、前記検査データと前記検査基準データとを各

検査項目ごとに対応させて表示する表示手段を具備することを特徴とするものである。

【0010】また本発明の請求項5記載の検査基準データ設定支援装置は、基板に実装された部品の撮像画像に画像処理を施し、この処理画像に基づいて、前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査装置における前記画像処理のしきい値として用いられる検査基準データの設定を支援するものであって、前記撮像画像および検査基準データを記憶する記憶手段と、前記記憶手段の検査基準データをしきい値として用いた画像処理を前記記憶手段の撮像画像に画像処理する画像処理手段と、前記記憶手段の撮像画像、検査基準データ、および前記画像処理手段による処理画像を表示する表示手段と、前記記憶手段の検査基準データを修正する修正手段とを具備することを特徴とするものである。

【0011】また上記の目的を達成するために、本発明の請求項6記載の検査基準データ設定支援方法は、基板に実装された部品の検査データを各検査項目ごとに算出し、この検査データをしきい値と比較することによって各検査項目ごとに良否を判定し、この良否判定結果から前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査方法における前記各検査項目の良否判定のしきい値として用いられる検査基準データの設定を支援する方法であって、表示手段によって前記検査データと前記検査基準データとを各検査項目ごとに対応させて表示する表示手順を実施することを特徴とする方法である。

【0012】また本発明の請求項10記載の検査基準データ設定支援方法は、基板に実装された部品の撮像画像に画像処理を施し、この処理画像に基づいて、前記部品の実装状態の良否を判定する基板検査方法における前記画像処理のしきい値として用いられる検査基準データの設定を支援する方法であって、記憶手段によって前記撮像画像および検査基準データを記憶する記憶手段と、画像処理手段によって前記記憶手段の検査基準データをしきい値として用いた画像処理を前記記憶手段の撮像画像に施す画像処理手段と、表示手段によって前記記憶手段の撮像画像、検査基準データ、および前記画像処理手段による処理画像を表示する表示手段と、修正手段によって前記記憶手段の検査基準データを修正する修正手段とを実施することを特徴とする方法である。

【0013】

【作用】従って本発明の請求項1記載の検査基準データ設定支援装置および請求項6記載の検査基準データ設定支援方法によれば、表示手段によって、各検査項目ごとに、算出された検査データと、各検査項目の良否判定のしきい値として用いられた検査基準データとを対応させて表示することによって、部品の実装状態の良否判定結果に不具合があったときに、修正すべき検査基準データがすぐに判るので、検査基準データの設定作業を容易に行うことができる。

【0014】また本発明の請求項5記載の検査基準データ設定支援装置および請求項10記載の検査基準データ設定支援方法によれば、撮像画像および検査基準データを記憶手段に記憶し、画像処理手段によって前記記憶手段の検査基準データをしきい値として用いた画像処理を前記記憶手段の撮像画像に施し、表示手段によって前記記憶手段の撮像画像、検査基準データ、および前記画像処理手段による処理画像を表示し、表示された処理画像を見ながら修正手段によって前記記憶手段の検査基準データを修正することによって、修正すべき検査基準データがすぐに判り、検査基準データの最適値を短時間で設定することができ、検査基準データの設定作業を容易に行うことができる。

【0015】

【実施例】図1は本発明の第一実施例の構成を示すブロック図であり、本発明の検査基準データ設定支援装置の構成、および本発明の検査基準データ設定支援装置を用いた基板検査装置の構成を示すものである。

【0016】図1において、基板検査装置は、検査実行部1、判定部2、記憶部3、入力部4、表示部5、設定支援画面作成部6、および制御部7によって構成され、被検査基板上の各実装部品を順次検査して各実装部品の実装状態の良否を判定するものである。

【0017】記憶部3は、RAM等を有し、基板に実装された部品の位置データと実装方向データおよびその部品が属する部品種名から成る部品データ、並びに各部品種の検査アルゴリズム、検査項目、形状データ、色データ、および検査基準データから成る部品種データ等を記憶する。またテスト検査モードおよび検査実行モードにおいて、検査実行部1によって算出された各検査項目の検査データ、判定部2による部品の各検査項目の良否判定結果および各部品の実装状態の良否判定結果を記憶する。

【0018】ここで部品種とは、形状的に同種であるために同一の検査内容を有する各部品グループに対して付される名称である。

【0019】上記の部品データは基板タイプごとに異なるデータであり、上記の部品種データは各基板タイプに共通のデータである。

【0020】検査アルゴリズムは検査実行部1によって実装部品の各検査項目の検査データを算出し、判定部2によってこの検査データに基づいて実装部品の各検査項目の良否を判定し、この良否判定結果からその部品の実装状態の良否を判定するための検査実行手順を示すプログラムである。

【0021】また検査基準データは、この検査アルゴリズム中に用いられる各種のしきい値から成るデータである。

【0022】また検査項目は、その部品種に属する部品の検査において、検査する項目を示すデータである。

【0023】図2は上記の検査項目の一例を示す説明図である。同図において、「○」はその部品種において設定されている検査項目、「×」はその部品種において設定されていない検査項目を示す。従って、例えば

「R₁」という部品種に属する部品の検査においては、「電極幅」および「電極長さ」以外の検査項目について検査を行う。

【0024】図3は検査項目中の検査データの一例としてハンダ幅、ハンダ長さ、銅箔面積を示す説明図である。同図は基板に実装された部品11を上方から見た図であり、12はハンダ部分を示す。また13は基板の銅箔のランド部分を示し、ランド部分13の斜線部は銅箔の露出部分を示す。

【0025】図3において、14はハンダ幅、15はハンダ長さであり、斜線部の面積が銅箔面積である。

【0026】検査実行部1は、基板ステージ（図示せず）等を有し、制御部7の命令に従って、上記の検査アルゴリズムに基づいて、基板の各実装部品において、その実装部品の各検査項目の検査データを算出する。

【0027】判定部2は、制御部7の命令に従って、上記の検査アルゴリズムに基づいて、検査実行部1によって算出された部品の各検査項目の検査データを、しきい値となる上記の検査基準データと比較することによって、各検査項目の良否を判定し、この判定結果からその部品の実装状態の良否を判定するものである。

【0028】設定支援画面作成部6は、各検査項目の良否判定のしきい値として用いられる検査基準データと、検査実行部1による検査データとを検査項目ごとに対応させて表示するとともに、各検査項目の良否判定結果を表示し、検査基準データの設定を支援するための設定支援画面を作成する。

【0029】入力部4は、キーボード、マウス等（図示せず）を有しており、ユーザーはこの入力部4を操作することによって、検査基準データの設定作業を行い、また基板検査を実行するための各種の命令やデータを入力する。

【0030】表示部5は、モニタ（図示せず）を有し、制御部7からの命令に従って、設定支援画面作成部6によって作成される検査基準データの設定支援画面、各種のメッセージ、基板の検査結果等を表示する。

【0031】制御部7は、マイクロプロセッサ等を有し、検査実行部1、判定部2、記憶部3、表示部5、および設定支援画面作成部6の動作を制御し、ユーザーによって入力部4から入力される各種の命令やデータに従って、以下に示す手順で、テスト検査モードにおいてサンプル基板の検査を実施し、検査基準データ設定モードにおいて検査基準データの設定を支援するとともに、設定された検査基準データに基づいて、検査実行モードにおいて部品実装基板の基板検査を実行する。

【0032】図4は検査基準データの設定手順を示すフ

ローチャートである。

【0033】図5は、図4のST1のサブルーチンであり、検査基準データの初期値入力手順を示すフローチャートである。また同図は、従来の検査基準データの初期値入力手順および修正値入力手順を示すものである。

【0034】図6は、図4のST2のサブルーチンであり、基板検査装置におけるテスト検査実行手順を示すフローチャートである。

【0035】図7は、図4のST4のサブルーチンであり、検査基準データ設定支援画面の表示手順および検査基準データの修正手順を示すフローチャートである。

【0036】図8は、表示部5のモニタ画面に表示される初期画面の一例を示すものである。

【0037】図8において、「1. 検査基準データ設定A」は主に検査基準データの初期値を入力する際に用いられるモードであり、「2. 検査基準データ設定B」は主に検査基準データを修正する際に用いられるモードである。また「3. テスト検査」はサンプル基板によるテスト検査を実行するモードであり、「4. 検査実行」は検査基準データの設定作業が完了した後、工場の基板実装工程の検査ラインにおいて基板検査装置が稼働するときのモードであり、製造された部品実装基板の検査を実行するモードである。

【0038】図4のST1において、検査基準データの初期値を入力する。

【0039】すなわち図5のST11において、ユーザーは、図1に示す入力部4のキーボードあるいはマウスを操作して、図8に示す「1. 検査基準データ設定A」を選択すると、表示部5のモニタ画面には、部品種一覧が表示される。

【0040】ユーザーは、ST12において、入力部4を操作して、上記の部品種一覧から検査基準データの初期値を入力したい部品種を選択する。

【0041】次に表示部5のモニタ画面に選択された部品種の検査基準データの設定画面が表示されるので、ST13において、入力部4のキーボードあるいはマウスを操作して、検査基準データの初期値を入力する。尚、実装プロセスの変更等に伴う基準データの変更の際など、選択した部品種の検査基準データがすでに設定されている場合は、その値をそのまま初期値として用いてもよい。

【0042】次にST14において、入力した検査基準データを記憶部3に記憶させ、ST15において、他に検査基準データの初期値を入力したい部品種があるときは、「NO」を入力してST12に戻り、ST12～ST14を繰り返し、初期値を入力したい全ての部品種について入力作業が終わったら、ST15で「YES」を入力し、検査基準データの初期値入力フローを終了する。

【0043】図4に戻り、ST2において、サンプル基板のテスト検査を実行する。

【0044】すなわち図6のST21において、ユーザーは、入力部4のキーボードあるいはマウスを操作して、図8に示す「3. テスト検査」を選択すると、表示部5のモニタ画面には、テスト検査に用いるサンプル基板の基板タイプ名の入力画面が表示される。

【0045】ST22においてユーザーは、サンプル基板の基板タイプ名を入力すると、制御部7は、記憶部3に記憶されている、部品種データと、入力された基板タイプの部品データとを対応させることによって、サンプル基板の基板タイプの実装部品レイアウト図を作成し、これを表示部5のモニタ画面に表示するので、サンプル基板に実装された部品の中で、ユーザーは、テスト検査を行いたい部品を入力部4のマウスでクリックして指定する。この検査部品の指定は、基板に実装された全部品を指定しても良いし、一つだけあるいは複数でも良い。

【0046】次にST23においてユーザーは、図1に示す検査実行部1の基板ステージにサンプル基板をセットし、そのサンプル基板の基板ID番号を入力した後、テスト検査の実行命令を入力すると、ST24において制御部7は、検査実行部1を動作させ、記憶部3に記憶されている、部品種データと、入力された基板タイプの部品データに基づいて、指定された部品の検査を以下の要領で実行する。

【0047】検査実行部1を動作させて、指定された部品の各検査項目の検査データを算出し、判定部2を動作させて、この検査データを、各検査項目のしきい値として用いられる検査基準データと比較して、各検査項目の良否判定を行い、この良否判定に基づいて、指定された部品の実装状態の良否判定を行う。指定部品が複数ある場合は、上記の要領で順次各指定部品の検査を行う。

【0048】全ての指定部品の検査が終了したら、各検査項目の検査データとその良否判定結果、および部品の実装状態の良否判定結果を記憶部3に記憶するとともに、部品の実装状態の良否判定結果を表示部5のモニタ画面に表示させる。

【0049】次にST25においてユーザーは、検査実行部1の基板ステージにセットされているサンプル基板を搬出し、ST26において、他にテスト検査を行いたいサンプル基板があれば、「NO」を入力して、ST22に戻り、上記のST23～ST25を繰り返し、全てのサンプル基板についてテスト検査を終了したら、「YES」を入力して、テスト検査フローを終了する。

【0050】図4に戻りST3において、上記のテスト検査で、良品と判定されるべき部品が不良と判定されたり、不良と判定されるべき部品が良品と判定されたため、検査基準データ設定支援画面を参照して検査基準データの修正をしたい場合、あるいは部品の実装状態の良否判定結果は所望のものであったが、検査基準データの設定余裕度等を知るために検査基準データ設定支援画面を見たい場合はST4に進む。

【0051】ST4において、各検査項目のしきい値（判定基準値）として用いられる検査基準データと、テスト検査によって算出された検査データとを、検査項目ごとに対応させて表示するとともに、各検査項目の良否判定結果を表示した検査基準データ設定支援画面を表示部5のモニタ画面に表示させ、必要があれば検査基準データの設定値を修正する。

【0052】すなわち図7のST31においてユーザーは、入力部4のキーボードあるいはマウスを操作して、図8に示す「2. 検査基準データ設定B」を選択すると、表示部5のモニタ画面には、基板タイプ名、部品番号、および基板ID番号の入力画面が表示される。ここで部品番号は基板に複数実装されている同一部品を識別するために、各実装部品に付されるものであり、また基板ID番号は同じ基板タイプの基板を識別するために各基板に付されるものである。

【0053】次にST32においてユーザーは、入力部4のキーボードあるいはマウスを操作して、検査基準データの設定値とテスト検査における検査データを比較したい部品に関する情報、すなわち基板タイプ名、部品番号、および基板ID番号を入力する。

【0054】例えば、上記のテスト検査において、基板タイプ名「B001」という基板タイプの、基板ID番号が「T0001」であるサンプル基板の、部品番号「R03」という、良品と判定されるべき部品が、実装不良と判定されたため、この部品に関する検査基準データの設定値と、検査データを対比させて見たい場合には、上記の基板タイプ名、部品番号、および基板ID番号を入力する。

【0055】するとST33において制御部7は、設定支援画面作成部6を動作させ、上記のST32で入力された基板タイプ名および部品番号に該当する部品種の検査基準データを記憶部3より読み出し、上記のST32で入力された基板タイプ名、部品番号、および基板ID番号に該当する部品における各検査項目の検査データと良否判定結果を記憶部3より読み出し、読み出した検査基準データと検査データを検査項目ごとに対応させて表示するとともに、読み出した各検査項目の良否判定結果を表示した検査基準データ設定支援画面を作成して表示部5のモニタ画面に表示する。

【0056】図9は、上記の検査基準データ設定支援画面の一例を示すものである。同図に示される検査基準データは、基板タイプ「B001」の部品「R03」が属する部品種「R」の検査基準データであり、同図に示される検査データは、基板タイプ「B001」および基板ID番号「T0001」に該当するサンプル基板の部品「R03」の検査データである。

【0057】図9においては、部品「R03」は検査項目「ハンダ幅」において不良判定されているが、不良判定された検査項目については、その検査項目の検査デ

タの表示欄を他のデータ表示欄と区別して表示する。例えば「ハンダ幅」の検査データの表示欄を赤色で彩色する。また表示部5のモニタがモノクロである場合は白黒反転させて表示する。

【0058】さらに検査項目「部品横ずれ量」のように、良品判定されてはいるが、検査基準データの上限值あるいは下限値と、検査データの値が接近している場合は、その検査項目の検査データの表示欄を他のデータ表示欄と区別して表示する。例えば「部品横ずれ量」の検査データの表示欄を黄色で彩色する。検査データの値が接近しているかどうかの判定基準は、例えば検査基準データの上限值と下限値との中間値対し、80パーセントの範囲内に入っていれば接近していないとし、この範囲外であれば接近しているとする。

【0059】また図10は、検査基準データと検査データをグラフ表示した検査基準データ設定支援画面の一例を示すものである。図9と同様に検査基準データの判定基準値より外れている場合は、その検査項目の部分の項目と区別して表示する。例えばハンダ幅の項目の欄を赤色で彩色するあるいは斜線で示す。

【0060】図10において、「▽」は検査基準データの上限值および下限値を示し、「△」は検査データを示している。

【0061】尚、図9に示すような数値による表示と、図10に示すようなグラフによる表示とを同時に行っても良い。

【0062】図7に戻りST35において、ユーザーは、図9あるいは図10に示すような検査基準データ設定支援画面を見て、修正すべき検査基準データがないときは「NO」を入力してST37に進み、修正すべき検査基準データがあるときは「YES」を入力してST36に進む。

【0063】ST36においてユーザーは、入力部4のキーボードあるいはマウスを操作して、検査基準データ設定支援画面において検査基準データの設定値を修正し、検査基準データの更新命令を入力する。この更新命令によって制御部7は、記憶部3に記憶されている検査基準データを修正されたものに書き換える。

【0064】次にST37において、他に検査基準データ設定支援画面を見たい部品があれば、「NO」を入力してST32に戻り、ST32～ST36を繰り返す。そして検査基準データ設定支援画面を見たい全ての部品について、設定支援画面を表示させ、必要に応じて検査基準データを修正し終えたら、「YES」を入力してこのフローを終了する。

【0065】尚、ST32において、基板ID番号を入力しなかった場合、あるいは複数入力した場合は、ST33において、制御部7は、設定支援画面作成部6を動作させ、ST32で入力された基板タイプおよび部品番号に対応する全ての検査データ、あるいはST32で入

10

20

30

40

50

力された基板タイプ、部品番号、および基板ID番号に対応する複数の検査データを記憶部3より読み出し、読み出した複数の検査データに対して統計処理を施し、この統計処理結果を検査データとして検査基準データ設定支援画面に表示する。

【0066】図11は複数の検査データを統計処理して表示した検査基準データ設定支援画面の一例を示すものである。同図においては、複数の検査データの最小値、最大値、平均値、およびサンプル数を表示し、最小値、最大値、および平均値が不良判定されるものは、その表示欄を他の表示欄と区別して表示してある。

【0067】図11に示すような検査基準データ設定支援画面は、基板による検査データのばらつきに対する、検査基準データの設定余裕度を知りたいときなどに活用される。

【0068】図4に戻りST5において、ST4で検査基準データの修正を行った場合は、ST2に戻り、修正された検査基準データを用いて再度テスト検査を行う。

【0069】そしてST3あるいはST5において、検査基準データの設定を完了したと判断したら、この検査基準データの設定フローを終了する。

【0070】このように本発明の第一実施例によれば、設定支援画面作成部6によって各検査項目の良否判定のしきい値として用いられる検査基準データと、検査実行部1による検査データとを検査項目ごとに対応させて表示するとともに、各検査項目の良否判定結果を表示した、検査基準データの設定を支援するための設定支援画面を作成し、この検査基準データ設定支援画面を表示部5のモニタ画面に表示し、入力部4のキーボードあるいはマウスを操作することによって表示された検査基準データ設定支援画面において検査基準データを修正できる構成とすることによって、部品の実装状態の良否判定結果に不具合があったときに、修正すべき検査基準データがすぐに判り、検査基準データの最適値を短時間で設定することができるので、検査基準データの設定作業を容易に行うことができる。

【0071】次に本発明の第二実施例について説明する。

【0072】図12は本発明の第二実施例の構成を示すブロック図であり、本発明の検査基準データ設定支援装置の構成、および本発明の検査基準データ設定支援装置を用いた基板検査装置の構成を示すものである。

【0073】図12において、基板検査装置は、赤色、緑色、青色の三色光を異なる仰角から基板の部品実装部位に照射し、この部品実装部位を撮像することによって得られたカラー画像に基づいて部品の実装状態の良否判定を行うものであり、投光部21、撮像部22、ステージ部23、画像処理部24、記憶部25、入力部26、表示部27、設定支援画面作成部28、および制御部29によって構成される。また本発明の検査実行データ出

力装置は、記憶部25、入力部26、表示部27、設定支援画面作成部28、および制御部29によって構成される。

【0074】投光部21は、赤色光源、緑色光源、青色光源の三個のリング状光源を有し、これら三色光を基板の部品実装部位に異なる仰角から照射する。これら三色光源は、基板面において混色されると完全な白色光が得られる対波長発光エネルギー分布を有している。

【0075】図13は投光部21の構成図である。同図において、赤色光源31、緑色光源32、青色光源33の各リング状光源は、その中心が撮像部22の撮像中心軸34と一致するように同心円上に設置され、かつリング半径 r_1 、 r_2 、 r_3 を違い、基板面35からの高さ h_1 、 h_2 、 h_3 を違えることによって、撮像中心軸34と基板面35が交わる点Aからの仰角が、異なる角度 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 となるように設置されている。ここで $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ である。

【0076】撮像部22はCCDカメラ等のカラーテレビカメラであり、制御部29からの命令に従って、基板の部品実装部位からの反射光像を撮像し、このカラー画像信号を画像処理部24に送る。

【0077】テーブル部23は、制御部29からの命令に従って、取り付けられた投光部1および撮像部2をX方向に移動させるX軸テーブル（図示せず）と、被検査基板がセットされる基板ステージ（図示せず）を有し、制御部29からの命令に従って、この被検査基板をY方向に移動させるY軸テーブル（図示せず）によって構成される。

【0078】画像処理部24は、制御部29からの命令に従って、撮像部22より入力されるアナログカラー画像信号をデジタルカラー画像データにA/D変換し、このデジタルカラー画像に対して、二値化処理等の画像処理を施し、この処理画像から各部品の検査データを算出する。

【0079】記憶部25は、RAM等から成る画像メモリおよびデータメモリを有し、実装部品の位置データと実装方向データおよびその部品が属する部品種名から成る部品データ、並びに各部品種の検査アルゴリズム、検査項目、形状データ、色データ、および検査基準データから成る部品種データ等を記憶する。また画像処理部24によるデジタル画像データ、処理画像データ、検査データ等を記憶する。また各部品の実装状態の良否判定結果等を記憶する。

【0080】検査アルゴリズムは、部品実装部位の撮像画像に二値化処理等の画像処理を施すことによって各検査項目の検査データを算出し、この検査データから各検査項目の良否を判定し、この良否判定結果から部品の実装状態の良否を判定するための検査実行手順を示すプログラムである。

【0081】また検査基準データは、この検査アルゴリ

ズム中において画像処理や各検査項目の良否判定を行う際に用いられる各種のしきい値から成るデータである。

【0082】表示部27は、モニタ（図示せず）を有し、制御部29からの命令に従って、設定支援画面作成部28によって作成される検査基準データ設定支援画面、各種のメッセージ、基板の検査結果等を表示する。

【0083】設定支援画面作成部28は、撮像部22によるデジタル撮像画像と画像処理部24による二値化処理画像とを対応させて表示するとともに、二値化しきい値として用いられた検査基準データを表示した検査基準データ設定支援画面を作成する。

【0084】制御部29は、マイクロプロセッサ等を有し、投光部21、撮像部22、テーブル部23、画像処理部24、記憶部25、表示部27、および設定支援画面作成部28の動作を制御し、ユーザーによって入力部26から入力される各種の命令やデータに従って、以下に示す手順で、検査基準データ設定モードにおいて検査基準データの設定支援を行い、また検査実行モードにおいて設定された検査基準データに基づいて部品実装基板の基板検査を実行する。

【0085】本基板検査装置には、「検査基準データ設定A」、「検査基準データ設定C」および「検査実行」の各動作モードが用意されている。「検査基準データ設定A」は主に検査基準データの初期値を入力する際に用いられるモードであり、「検査基準データ設定C」は主に撮像画像の二値化処理における二値化しきい値として用いられる検査基準データを修正する際に用いられるモードである。また「検査実行」は検査基準データの設定作業が完了した後、工場の基板実装工程の検査ラインにおいて基板検査装置が稼働するときのモードであり、製造された部品実装基板の検査を実行するモードである。

【0086】最初に本基板検査装置の検査実行手順について説明する。

【0087】図14は本基板検査装置の検査実行手順を示すフローチャートである。

【0088】図14のST41においてユーザーは、入力部26のキーボードあるいはマウスを操作して、表示部27のモニタ画面に表示されている初期画面において、検査実行モードを選択すると、表示部27のモニタ画面には、被検査基板の基板タイプ名の入力画面が表示される。

【0089】ST42において、基板タイプ名を入力し、ST43において、テーブル部23の基板ステージに被検査基板をセットし、その被検査基板の基板ID番号を入力した後、テスト検査の実行命令を入力する。

【0090】するとサンプルST44において、制御部29は、投光部21、撮像部22、テーブル部23、画像処理部24を動作させて、セットされた基板の検査を以下の要領で実行する。

【0091】テーブル部23によって基板の部品実装部

位を撮像部22の撮像位置に移動させ、投光部21によって三色光を照射し、この部品実装部位からの反射光像を撮像部22によって撮像し、このアナログカラー画像信号を画像処理部24に送る。

【0092】部品実装部位のハンダ表面は鏡面反射特性を有し、また三次元曲面形状を有するので、基板面に対して傾斜を有する各曲面要素は、斜め方向より入射した各有色光を、入射角に応じた方向に反射させ、この反射方向が撮像部22の撮像中心軸の方向（基板に対して垂直方向）と一致する曲面要素は、反射光像の撮像画像において、対応する有色光源色に彩色されるので、前記撮像画像において、ハンダ面の、平坦部に近い傾斜を有する曲面要素は赤色に彩色され、傾斜が急な曲面要素は青色に彩色され、これらの中間の傾斜を有する曲面要素は緑色に彩色される。すなわちハンダ面は三次元曲面形状に応じて各有色光源色に分離彩色される。

【0093】また実装部品、銅箔のランド部分、基板のレジスト部等の乱反射特性を有する部分はそれぞれの有する色に彩色される。

【0094】図15は撮像部22による部品実装部位のカラー画像の一例を示すものである。

【0095】図15の断面図および上面図において、41および42はハンダ面、43は実装部品、44は実装部品43の電極、45は基板のレジスト部、46は銅箔のランド部である。

【0096】カラー画像において、47、48、49はハンダ面41の彩色部分を示し、47は赤色に彩色されたほぼ平坦な部分、48は緑色に彩色された部分、49は青色に彩色された傾斜が急な部分である。また50は部品色に彩色された部分、51はレジスト色に彩色された部分である。尚実装部品および基板レジスト部の各図においては、ハンダ面42の彩色は省略してある。

【0097】画像処理部24において、撮像部22より入力されたアナログカラー画像信号をデジタルカラー画像データにA/D変換し、このデジタルカラー画像に二値化処理等の画像処理を施し、この処理画像に基づいて検査データを算出する。

【0098】例えば、銅箔面積の検査データを算出する場合は、検査基準データ中の銅箔色すなわち赤茶色の二値化しきい値を用いて、前記デジタルカラー画像に対して、赤茶色のデータレベルが前記しきい値以上の画素にビットを立てる二値化処理を施し、この銅箔色領域の二値化処理画像データにおいて立ったビット数を数えることによって銅箔面積の検査データを算出する。

【0099】またハンダに関する検査データを算出する場合は、検査基準データ中の赤色、緑色、あるいは青色の二値化しきい値を用いて、前記デジタルカラー画像に対して、赤色、緑色、あるいは青色のデータレベルが前記しきい値以上の画素にビットを立てる二値化処理を施し、この赤色、緑色、あるいは青色領域の二値化画像

データに基づいて、ハンダに関する検査データを算出する。

【0100】画像処理部24によって算出された検査データは制御部29に送られ、制御部29はこの検査データから部品の実装状態の良否を判定する。そして基板上の全ての実装部品について良否判定が終了したら、この良否判定結果を記憶部25に記憶するとともに、表示部27のモニタ画面に表示する。

【0101】図14に戻りST45において、ユーザーは、テーブル部23の基板ステージにセットされている基板を搬出し、ST46において、他に検査を行いたい基板があるときは、「NO」を入力して、ST43に戻り、上記のST43、ST44を繰り返して検査を行い、全ての被検査基板について検査を終了したら、「YES」を入力して検査実行フローを終了する。

【0102】次に画像処理部24において撮像画像の二値化処理を行う際に、二値化しきい値として用いられる検査基準データの設定手順について説明する。

【0103】図16は上記の検査基準データの設定手順を示すフローチャートである。

【0104】図17は、図16のST2のサブルーチンであり、検査基準データ設定支援画面の表示手順および検査基準データの修正手順を示すフローチャートである。

【0105】図16のST51において、ユーザーは、図5に示す手順にしたがって二値化しきい値として用いられる検査基準データの初期値を入力する。

【0106】次にST52において、サンプル基板の所望の領域の撮像画像を取り込み、この撮像画像に二値化処理を施し、この撮像画像と二値化処理画像とを対応させて表示するとともに、二値化しきい値として用いられた検査基準データを表示した検査基準データ設定支援画面を表示部27のモニタ画面に表示させ、必要があれば検査基準データの設定値を修正する。

【0107】すなわち図17のST61においてユーザーは、入力部26のキーボードあるいはマウスを操作して、表示部27のモニタ画面に表示されている初期画面において、検査基準データ設定モードCを選択すると、表示部27のモニタ画面には、サンプル基板の基板タイプ名の入力画面が表示される。ST62においてユーザーは、サンプル基板の基板タイプ名を入力して、サンプル基板をテーブル部23の基板ステージにセットし、ST63において、撮像命令を入力して撮像部22によるサンプル基板の撮像画像が表示部27のモニタ画面に映し出されるようにし、このモニタ画面を見ながら、入力部26のキーボードあるいはマウスを操作して、テーブル部23を移動させ、撮像部22の撮像倍率を変化させて、二値化処理画像を見たい部品を含む領域の画像が表示部27のモニタ画面に表示されるようにして、撮像画像の記憶命令を入力する。

【0108】すると制御部29は、表示部27のモニタ画面に映し出されている撮像画像を取り込む。すなわち撮像部22より入力される画像信号を画像処理部24でA/D変換し、このデジタル撮像画像データを記憶部25に記憶する。

【0109】次にST64においてユーザーは、入力部26のキーボードあるいはマウスを操作して、二値化処理画像を見たい部品の部品種名を入力する。

【0110】するとST65において、指定された部品種の検査において実施される二値化処理の一覧が表示部27のモニタ画面に表示されるので、ユーザーはその処理画像を見たい二値化処理を選択する。例えば赤色領域の二値化処理と青色領域の二値化処理を選択する。

【0111】尚、上記のST64およびST65においては、二値化処理画像を見たい部品の部品名をユーザーが入力すると、この部品名とST62で入力された基板タイプ名に該当する部品種の二値化処理の一覧が表示されるようにしても良い。

【0112】次にST66において制御部29は、撮像部22および画像処理部24を動作させて、ST63で撮像部22によって取り込んだ撮像画像に、ST65で選択された二値化処理を施し、この二値化処理画像データのビットの立った領域をその二値化処理に対応した色で彩色した、モニタ表示用の二値化処理画像を作成し、複数の二値化処理が選択されている場合は各二値化処理画像を合成する。この撮像画像と二値化処理画像は設定支援画面作成部28に送られる。

【0113】続いて制御部29は、設定支援画面作成部28を動作させ、撮像部22より入力された撮像画像と二値化処理画像とを対応させて表示するとともに、二値化しきい値として用いられた検査基準データを表示した検査基準データ設定支援画面を作成し、これを表示部27のモニタ画面に表示する。

【0114】図18は、上記の検査基準データ設定支援画面の一例を示すものである。

【0115】図18において、61は基板に実装された部品、62は実装部品61の電極、63はハンダ部であり、64は撮像領域すなわち記憶部25に取り込まれる画像領域である。

【0116】また65は検査基準データ設定支援画面、66は撮像画像、67は二値化画像を示し、68はハンダ部63の赤色に彩色された領域、69は緑色に彩色された領域、70は青色に彩色された領域を示す。この撮像画像66、二値化画像67は入力部26のマウスを操作することによって、拡大あるいは縮小する等の操作を行うことができる。

【0117】設定支援画面65においては、赤色、緑色、および青色の二値化処理が選択されている。

【0118】従って、基準データ設定値表示領域71には赤色、緑色、および青色の二値化しきい値として使用

される各検査基準データの設定値が「▽」マークによって表示されている。

【0119】また二値化画像67において、72は赤色領域の二値化処理でビットが立った赤色二値化領域、73は緑色領域の二値化処理でビットが立った緑色二値化領域、74は青色領域の二値化処理でビットが立った青色二値化領域をそれぞれ示し、赤色二値化領域72は赤色に、緑色二値化領域73は緑色に、青色二値化領域74は青色にそれぞれ彩色されている。

【0120】尚、画面領域75には、この検査基準データの部品種、制御部29からのメッセージ、および各種コマンドキーが表示されている。ユーザーはこのコマンドキーによって、撮像画像66、二値化画像67の拡大、縮小等の操作を行うことができる。

【0121】図17に戻りST67においてユーザーは、図18に示すような検査基準データ設定支援画面を見て検査基準データの修正が必要か否かを判断し、修正すべき検査基準データがあるときは「YES」を入力してST68に進む。

【0122】ST68においてユーザーは、入力部4のキーボードあるいはマウスを用いて、検査基準データ設定支援画面において検査基準データの設定値を修正し、検査基準データの更新命令を入力する。この更新命令によって、制御部29は、記憶部3に記憶されている検査基準データを修正されたものに書き換える。

【0123】例えば図18においては、検査基準データの設定値を示すマーク「▽」をマウスでクリックして移動することによって設定値を修正する。

【0124】そしてST66に戻り、ST66において制御部29は、修正された検査基準データによって新たに作成された検査基準データ設定支援画面を表示させる。

【0125】ST66～ST68を繰り返し、ST67においてユーザーは、修正すべき検査基準データがないと判断したら、「NO」を入力してST69に進む。

【0126】ST69において、他に検査基準データ設定支援画面を見たい部品があれば、「NO」を入力してST22に戻り、ST62～ST68を繰り返す。

【0127】現在記憶部27に取り込まれている撮像画像の別の色領域の二値化処理画像を見たい場合は、ST61、ST62を行わず、ST63からスタートする。また現在セットされているサンプル基板上の、上記の撮像画像に撮像されていない領域の二値化処理画像を見たい場合は、ST61を行わず、ST62からスタートする。また別のサンプル基板の二値化処理画像を見たい場合は、ST61からスタートする。

【0128】そして検査基準データ設定支援画面を見たい全ての部品種あるいは部品について、設定支援画面を表示させ、必要に応じて検査基準データを修正し終わったら、「YES」を入力してこのフローを終了する。

【0129】尚、表示部のモニタがモノクロである場合は、図18の赤色二値化領域72、緑色二値化領域73、青色二値化領域74のような各二値化領域は、それぞれその輝度を変えることによって他の領域と区別して表示される。

【0130】また撮像画像がモノクロ画像である基板検査装置においては、画像の輝度レベルによる二値化処理が行われ、検査基準データ設定支援画面にはモノクロ撮像画像と、前記二値化処理によってビットの立った領域を示した二値化処理画像とが表示され、輝度レベルの二値化しきい値として用いられた検査基準データの設定値が表示される。

【0131】このように上記の第二実施例によれば、撮像部22によるデジタル撮像画像、および二値化しきい値として用いられる検査基準データを記憶部25に記憶し、画像処理部24によって前記検査基準データをしきい値として用いた二値化処理を前記デジタル撮像画像に施し、設定支援画面作成部28によって、前記デジタル撮像画像と画像処理部24による二値化処理画像とを対応させて表示するとともに、二値化しきい値として用いられた検査基準データを表示した検査基準データ設定支援画面を作成し、この検査基準データ設定支援画面を表示部27のモニタ画面に表示し、表示された検査基準データ設定支援画面を見ながら、入力部26のキーボードあるいはマウスを操作して検査基準データを修正することができる構成とすることによって、修正すべき検査基準データがすぐに判り、検査基準データの最適値を短時間で設定することができるので、検査基準データの設定作業を容易に行うことができる。

【0132】尚、第一実施例での検査基準データの設定および修正を、第二実施例での装置に行わせることも勿論可能である

【0133】

【発明の効果】本発明は上記の実施例から明らかなように、各検査項目ごとの検査データから各検査項目の良否を判定し、この良否判定結果に基づいて前記部品の実装状態の良否を判定して基板検査を行うものについては、表示手段によって各検査項目ごとに、算出された検査データと、各検査項目の良否判定のしきい値として用いられた検査基準データとを対応させて表示することによって、部品の実装状態の良否判定結果に不具合があったときに、修正すべき検査基準データがすぐに判るので、検査基準データの設定作業を容易に行うことができる。

【0134】また撮像画像に画像処理を施し、この処理画像に基づいて前記部品の実装状態の良否を判定して基板検査を行うものについては、表示手段によって記憶手段に記憶された撮像画像、検査基準データ、および画像処理手段による処理画像を表示し、表示された処理画像を見ながら修正手段によって前記検査基準データを修正することによって、修正すべき検査基準データがすぐに

判り、検査基準データの最適値を短時間で設定することができ、検査基準データの設定作業を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第一実施例の構成を示すブロック図であり、本発明の検査基準データ設定支援装置の構成、および本発明の検査基準データ設定支援装置を用いた基板検査装置の構成を示すものである。

【図 2】検査項目の一例を示す説明図である。

【図 3】検査項目中のハンダ幅、ハンダ長さ、銅箔面積 10 を示す説明図である。

【図 4】第一実施例における検査基準データの設定手順を示すフローチャートである。

【図 5】図 4 の ST 1 のサブルーチンであり、検査基準データの初期値入力手順を示すフローチャートである。

【図 6】図 4 の ST 2 のサブルーチンであり、基板検査装置によるテスト検査実行手順を示すフローチャートである。

【図 7】図 4 の ST 4 のサブルーチンであり、検査基準データ設定支援画面の表示手順および検査基準データの 20 修正手順を示すフローチャートである。

【図 8】第一実施例における基板検査装置の初期画面の一例を示すものである。

【図 9】第一実施例における検査基準データ設定支援画面の一例を示すものである。

【図 10】第一実施例における検査基準データ設定支援画面の一例を示すものであり、検査基準データと検査データをグラフ表示した例を示すものである。

【図 11】第一実施例における検査基準データ設定支援

画面の一例を示すものであり、複数の検査データを統計処理して表示した例を示すものである。

【図 12】第二実施例の構成を示すブロック図であり、本発明の検査基準データ設定支援装置の構成、および本発明の検査基準データ設定支援装置を用いた基板検査装置の構成を示すものである。

【図 13】第二実施例における基板検査装置の投光部の構成図である。

【図 14】第二実施例における基板検査装置の検査実行手順を示すフローチャートである。

【図 15】第二実施例における基板検査装置の撮像部による部品実装部位のカラー画像の一例を示すものである。

【図 16】第二実施例における検査基準データの設定手順を示すフローチャートである。

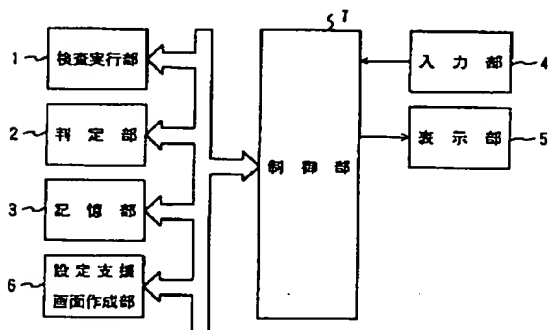
【図 17】図 16 の ST 2 のサブルーチンであり、検査基準データ設定支援画面の表示手順および検査基準データの修正手順を示すフローチャートである。

【図 18】第二実施例における検査基準データ設定支援画面の一例を示すものである。

【符号の説明】

- 1 検査実行部
- 2 判定部
- 3、25 記憶部
- 4、26 入力部
- 5、27 表示部
- 6、28 設定支援画面作成部
- 7、29 制御部

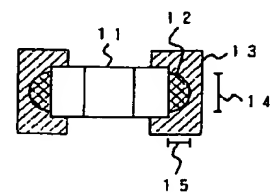
【図 1】



【図 2】

検査項目一覧	部 品 種 名		
	R ₁	Y R ₁	I C ₁
ハンダ幅	○	○	○
ハンダ長さ	○	○	○
銅箔面積	○	○	○
電極幅	×	○	○
電極長さ	×	○	○
部品面積	○	○	×
部品傾ずれ量	○	○	×
部品傾ずれ量	○	○	×

【図 3】



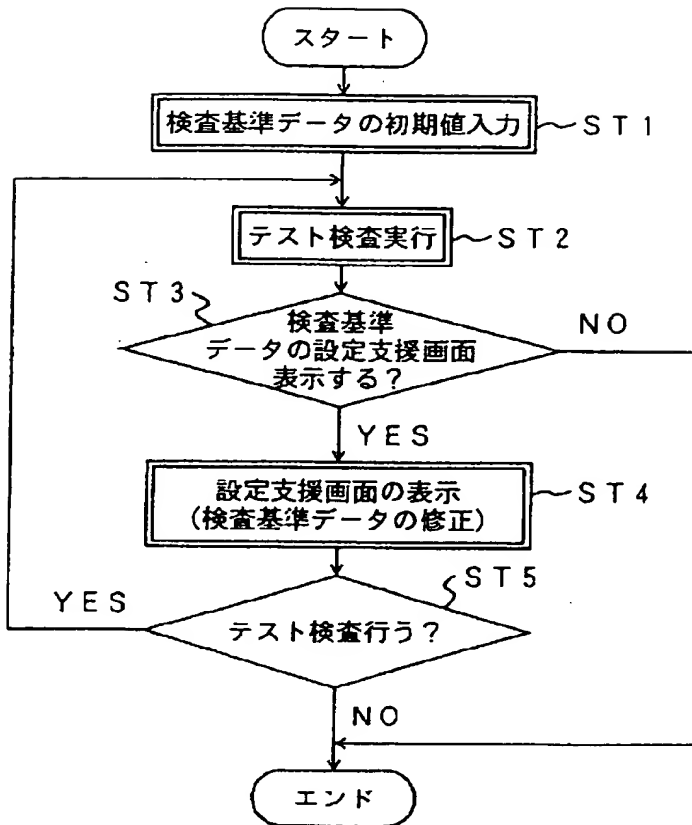
【図 8】

初 期 画 面
1. 検査基準データ設定 A
2. 検査基準データ設定 B
3. テスト検査
4. 検査実行

【図 11】

検査項目	検査基準データ		検査データ			
	上限値	下限値	最小値	最大値	平均	サンプル数
ハンダ幅	30	100	5	50	40	7
ハンダ長さ	40	70	5	60	35	7
銅箔面積	0	60	3	100	50	7

【図4】



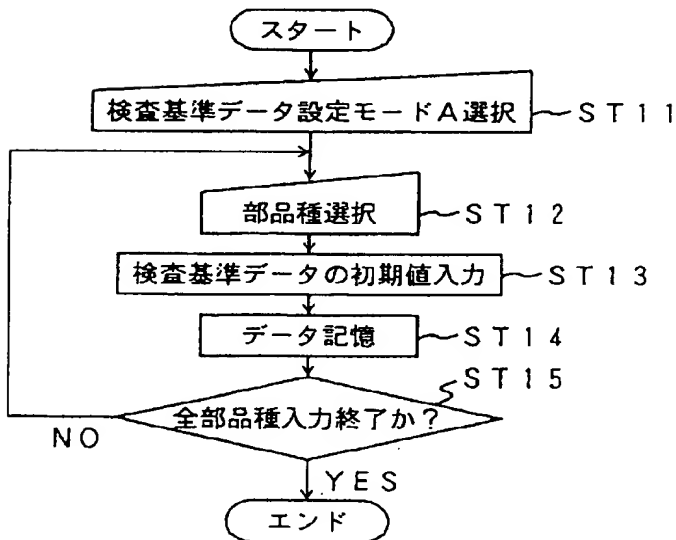
【図9】

検査項目	検査基準データ		検査データ
	上限値	下限値	
ハンダ幅	30	100	20
ハンダ長さ	40	70	55
銅箔面積	0	60	30
部品横ずれ量	0	50	45
部品縦ずれ量	0	40	20
検査基準データ	部品種名		R ₁
検査データ	基板タイプ名		B001
	部品番号		R03
	基板ID番号		T0001

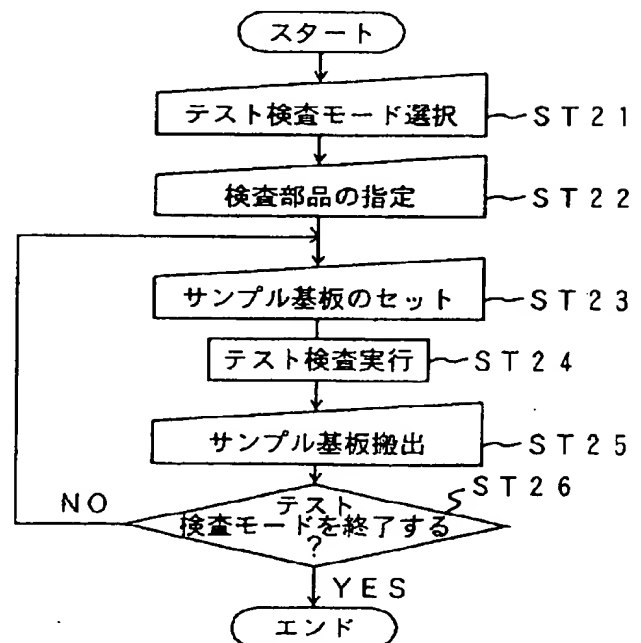
【図10】

検査項目	検査基準データ/検査データ	
ハンダ幅	▽ ————— ▽ △	
ハンダ長さ	▽ ————— ▽ △	
銅箔面積	▽ ————— ▽ △	
検査基準データ	部品種名	R ₁
検査データ	基板タイプ名	B001
	部品番号	R03
	基板ID番号	T0001

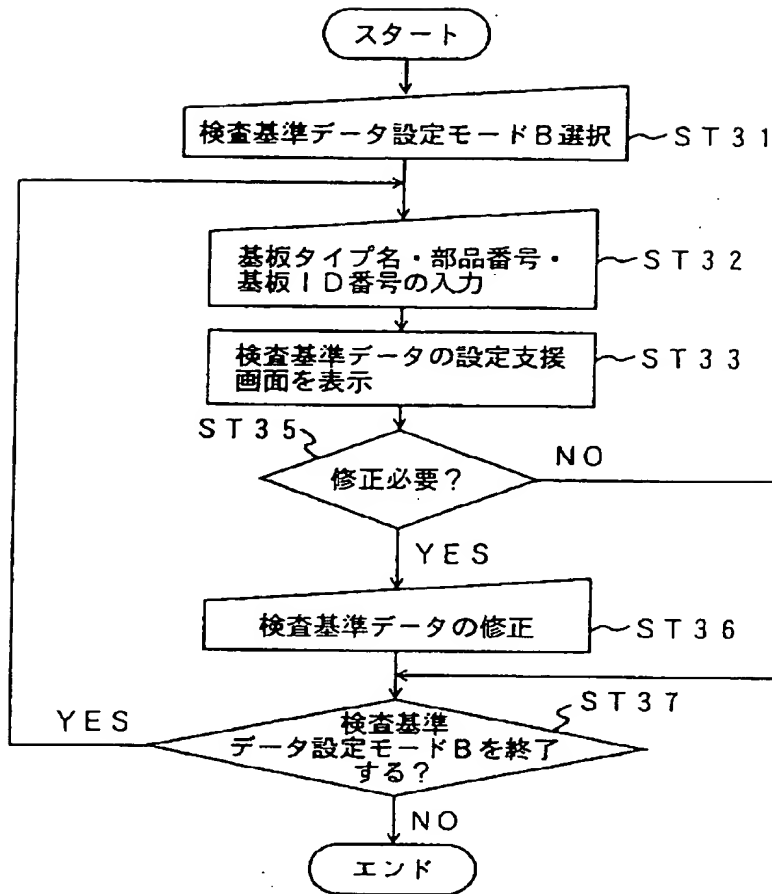
【図5】



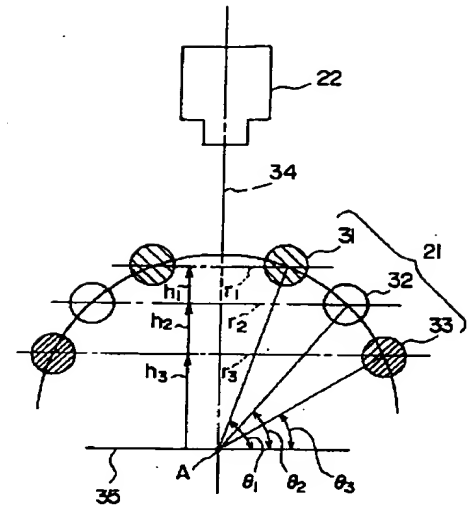
【図6】



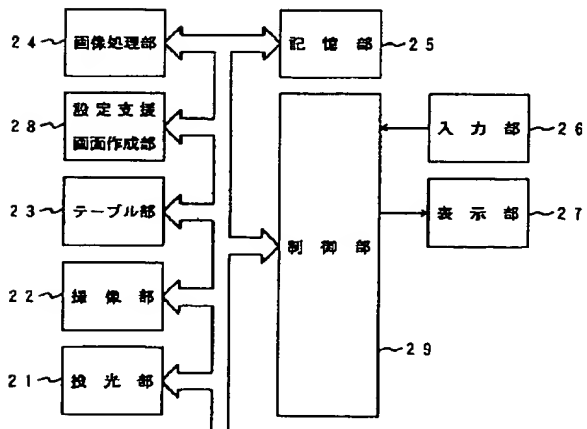
【図 7】



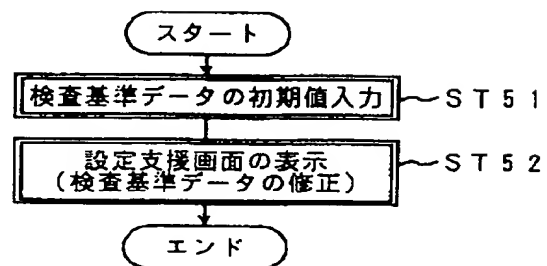
【図 13】



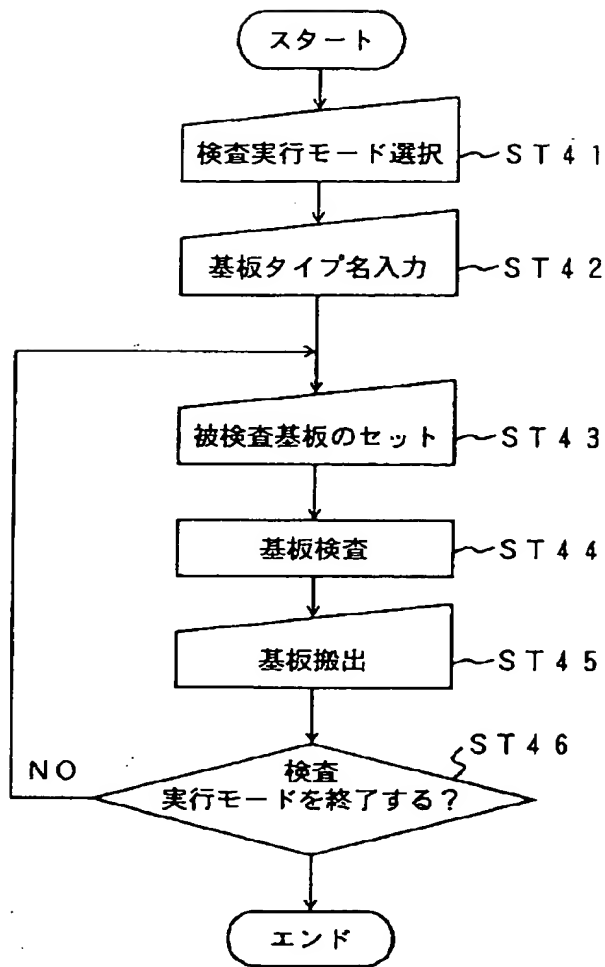
【図 12】



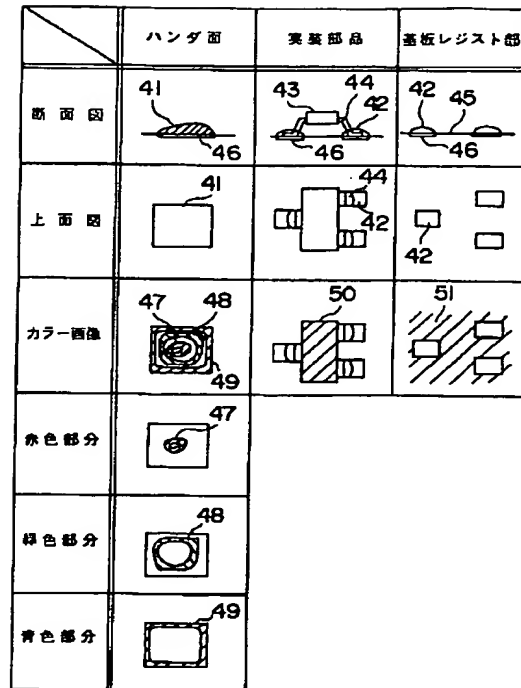
【図 16】



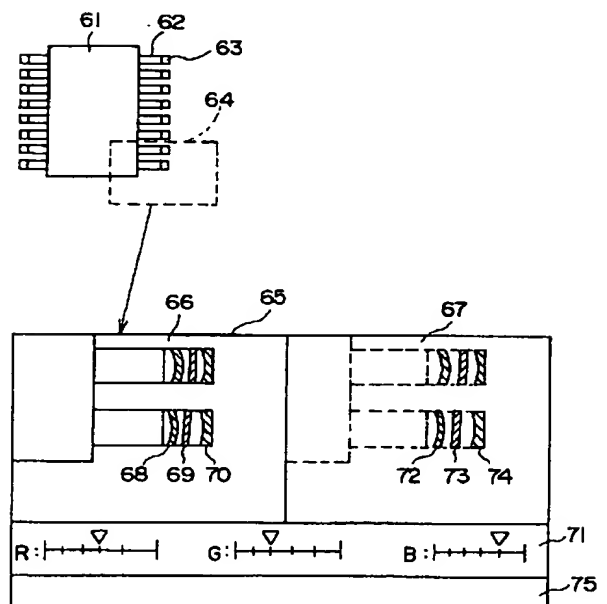
【図 14】



【図 15】



【図 18】



【図 17】

